



TUGAS AKHIR – SF 141501

**SINTESIS KOMPOSIT GRAFENA OKSIDA TERDUKSI
(rGO) HASIL PEMBAKARAN TEMPURUNG KELAPA
TUA DENGAN SENG OKSIDA (ZnO) SEBAGAI
SUPERKAPASITOR**

**ARIE FAUZI KURNIAWAN
NRP 1112 100 100**

**Dosen Pembimbing
Prof. Dr. Darminto, M.Sc**

**JURUSAN FISIKA
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016**



TUGAS AKHIR – SF 141501

**SINTESIS KOMPOSIT GRAFENA OKSIDA TERDUKSI
(rGO) HASIL PEMBAKARAN TEMPURUNG KELAPA
TUA DENGAN SENG OKSIDA (ZnO) SEBAGAI
SUPERKAPASITOR**

**ARIE FAUZI KURNIAWAN
NRP 1112 100 100**

**Dosen Pembimbing
Prof. Dr. Darminto, M.Sc**

**JURUSAN FISIKA
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016**



FINAL PROJECT - SF 141501

**SYNTHESIS OF COMPOSITES COMBINING REDUCED
GRAPHENE OXIDE (rGO) MADE OF OLD COCONUT
SHELL WITH ZINC OXIDE (ZNO) AS
SUPERCAPACITOR**

**ARIE FAUZI KURNIAWAN
NRP 1112 100 100**

**Advisor
Prof. Dr. Darminto, M.Sc**

**Department of Physics
Faculty of Mathematics and Natural Sciences
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016**

**SINTESIS KOMPOSIT GRAFENA OKSIDA TERDUKSI
(rGO) HASIL PEMBAKARAN TEMPURUNG KELAPA
TUA DENGAN SENG OKSIDA (ZnO) SEBAGAI
SUPERKAPASITOR**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Sains
pada
Bidang Fisika Material
Program Studi S-1 Jurusan Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

ARIE FAUZI KURNIAWAN
NRP 1112100100

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir
Prof. Dr. Darminto, M.Sc
NIP. 19600303 198701 1 002



Surabaya, Juli 2016

Sintesis Komposit Grafena Oksida Tereduksi (rGO) Hasil Pembakaran Tempurung Kelapa Tua dengan Seng Oksida (ZnO) Sebagai Superkapasitor

Nama : Arie Fauzi Kurniawan
NRP : 1112100100
Jurusan : Fisika, FMIPA-ITS
Pembimbing : Prof. Dr. Darminto, M.Sc
Abstrak

Sintesis komposit Grafena Oksida Tereduksi (rGO) Hasil Pembakaran Kelapa Tua dengan Seng Oksida (ZnO) Sebagai Superkapasitor telah dilakukan. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui nilai kapasitansi dari pembuatan grafena oksida tereduksi (rGO) dengan material ZnO. Penelitian ini dilakukan dengan cara metode komposit antara rGO dengan ZnO, dalam penelitian ini diberikan juga variasi dari komposit ini, yakni berdasarkan komposisi rGO /ZnO (1:1), rGO /ZnO (1:2), rGO /ZnO (2:1). Dalam penelitian ini dilakukan karakterisasi berupa X-Ray Diffractometer (XRD), SEM, dan juga pengukuran kapasitansi menggunakan alat uji berupa Cyclic Voltametri (CV). Dari uji kapasitansi menggunakan CV didapatkan besar kapasitansi pada masing-masing material uji yakni yaitu rGO sebesar 13,42 F/g, ZnO sebesar 2,442188 F/g, rGO-ZnO (1:1) sebesar 2,642188 F/g, rGO-ZnO (1:2) sebesar 7,734375 F/g, rGO-ZnO (2:1) sebesar 7,68125 F/g.

Kata kunci :kapasitansi, rGO, ZnO.

Synthesis Of Composites Combining Reduced Graphene Oxide (rGO) Made Of Old Coconut Shell With Zinc Oxide (Zno) As Supercapacitor

Name : Arie Fauzi Kurniawan
NRP : 1112100100
Major : Physics, FMIPA-ITS
Advisor : Prof. Dr. Darminto, M.Sc

Abstract

Synthesis of combining reduced graphene oxide (rGO) from old coconut shell with zinc oxide (ZnO) as supercapacitor has been done. This study was conducted to determine the value of the manufacturing capacity of reduced Graphene oxide (rGO) with ZnO material. The sample was prepared by a variation of the rGO / ZnO (1: 1), (1: 2), and (2: 1). Samples were characterized by X-ray diffractometer (XRD), SEM, and also the capacity measurement using test equipment such as Cyclic voltammetry (CV). Resulting capacitance of rGO is 13,42 F/g, ZnO is 2,442188 F/g, rGO-ZnO (1:1) is 2,642188 F/g, rGO-ZnO (1:2) is 7,734375 F/g, rGO-ZnO (2:1) is 7,68125 F/g.

Keyword : Capacitancy, rGO, ZnO

KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah penulis ucapkan kepada ALLAH SWT karena atas berkah, rahmat, dan petunjukNya atas iman, islam, dan ikhsan yang diberikan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir (TA) ini dengan optimal dan tanpa suatu kendala apapun. Sholawat serta salam tetap tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW yang telah menuntun kami dari kebodohan menuju cahaya kebenaran.

Tugas Akhir (TA) ini penulis susun untuk memenuhi persyaratan menyelesaikan pendidikan strata satu jurusan Fisika ITS. Tugas Akhir dengan judul :

“Sintesis Komposit Grafena Oksida Terduksi (rGO) Hasil Pembakaran Tempurung Kelapa Tua dengan Seng Oksida (ZnO) Sebagai Superkapasitor”

Penulis persembahkan kepada masyarakat Indonesia guna berpartisipasi untuk mengembangkan ilmu pengetahuan dalam bidang sains dan teknologi.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang membantu penyusunan laporan Tugas Akhir (TA) dan proses penelitiannya.

1. Kedua orang tua tercinta. Mama Sri Wahyuni dan Ayah Dr. Zainal Arifin Imam supardi, yang telah memberikan semua hal terbaik bagi penulis sejak kecil sampai dewasa.
2. Kakak Anugerah Syaifullah, dan Adik Sabrina Indy yang telah memberikan support kepada penulis disaat penulis hampir putus asa dengan trial penelitian yang cukup lama.
3. Bapak Prof. Dr. Darminto, M.Sc selaku dosen pembimbing yang telah memberi pengarahan selama proses penelitian dan penyusunan laporan.

4. Bapak Dr. Yono Hadi Pramono, M.Eng selaku ketua jurusan fsika ITS yang telah membantu penunjang fasilitas di jurusan fsika ITS.
5. Bapak Sholih selaku laboran Laboratorium Fisika Material.
6. Segenap teman-teman Fisika 2012 (FBI) yang telah memberikan support terbaik bagi penulis. Terima kasih kawan atas pelajaran berharga yang membuat kami menjadi sebuah keluarga semoga dapat mewujudkan semoboyan kita "Fisika Buat Indonesia (FBI)".
7. Saudari Lian Nunisa Usvanda yang telah selalu membantu dalam pengerjaan dan juga memberikan semangat yang selalu diberikan kepada penulis.
8. Sahabat-sahabat saya yakni amalia dwi arifin, dyah ayu daratika, laili muflich, dan irwansyah ramadhani yang selalu mensupport saya kapanpun semenjak saya berstatus mahasiswa baru, sampai dengan saya menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
9. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari dalam penyusunan laporan ini masih terdapat kesalahan. Mohon kritik dan saran pembaca guna menyempurnakan laporan ini. Akhir kata semoga laporan Tugas Akhir ini bermanfaat bagi semua pihak. Amiin Ya Rabbal Alamiin.

Surabaya, Juli 2016

Penulis
Fauziarie@rocketmail.com

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
COVER PAGE.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Grafena Oksida Tereduksi (rGO).....	5
2.2 Seng Oksida	8
2.3 Super kapasitor.....	10
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	13
3.1 Bahan Penelitian	13
3.2 Peralatan.....	13
3.3 Prosedur Penelitian	13
3.3.1 Pembuatan Grafena Oksida Tereduksi (rGO).....	13
3.3.2 Pembuatan komposit rGO/ZnO	14
3.4 Karakterisasi	15
3.4.1 XRD (X-Ray Diffraction).....	15
3.4.2 Uji Scanning Electron Microscope (SEM)	16
3.4.3 Uji Cyclic Voltametri (CV)	16
3.5 Diagram Alir Penelitian	17
BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN.....	19

4.1 Karakterisasi XRD (X- Ray Diffraction)	19
4.2 Karakterisasi SEM (Scanning Electron Microscope)	22
4.3 Karakterisasi CV (Cyclic Voltametry).....	26
BAB IV KESIMPULAN.....	35
5.1 Kesimpulan	35
5.2 Saran	35
DAFTAR PUSTAKA.....	37
LAMPIRAN	39
BIODATA PENULIS.....	49

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Karakterisasi ZnO	9
Tabel 4.1 Hasil kapasitansi pada ZnO.....	29
Tabel 4.2 Hasil kapasitansi pada rGO	29
Tabel 4.3 Hasil kapasitansi pada komposit rGO-ZnO (1:1).....	30
Tabel 4.4 Hasil kapasitansi pada komposit rGO-ZnO (1:2).....	30
Tabel 4.5 Hasil kapasitansi pada komposit rGO-ZnO (2:1).....	30
Tabel 4.6 Hasil densitas energi pada ZnO.....	31
Tabel 4.7 Hasil densitas energi pada rGO	31
Tabel 4.8 Hasil densitas energi pada komposit rGO-ZnO (1:1)..	32
Tabel 4.9 Hasil densitas energi pada komposit rGO-ZnO (1:2)..	32
Tabel 4.10 Hasil densitas energi pada komposit rGO-ZnO (2:1)	32

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Hasil pembuatan material rGO	5
Gambar 2.2 Struktur kisi grafena (Endi, 2011)	6
Gambar 2.3 Hasil XRD Grafit Oksida dan Grafit murni (Muhammad Rizki, 2014).....	7
Gambar 2.4 Hasil XRD Grafit Oksida dan Grafena (Muhammad Rizki, 2014)	7
Gambar 2.5 Hasil XRD Grafit, Grafit Oksida dan Grafena oksida tereduksi (Nasrullah, 2014).....	8
Gambar 2.6 Performa superkapasitor (Kotz, R, 2000)	11
Gambar 3.1 Hasil pencampuran rGO/ZnO.....	15
Gambar 3.2 X-Ray diffraction D8 advance Bruker.	16
Gambar 3.3 Diagram alir penelitian	18
Gambar 4.1 Grafik XRD pada grafena oksida tereduksi (rGO). .	19
Gambar 4.2 Grafik XRD pada Zinc Oksida (ZnO)	20
Gambar 4.3 Grafik XRD pada variasi komposit yang digunakan	20
Gambar 4.4 Grafik XRD pada material yang digunakan	21
Gambar 4.5 Hasil SEM rGO Perbesaran 5.000 kali	22
Gambar 4.6 Hasil SEM rGO Perbesaran 20.000 kali	23
Gambar 4.7 Hasil SEM ZnO Perbesaran 25.000 kali.....	23
Gambar 4.8 Hasil SEM ZnO Perbesaran 50.000 kali.....	24
Gambar 4.9 Hasil SEM komposit rGO ZnO Perbesaran 2.500 kali	24
Gambar 4.10 Hasil SEM komposit rGO ZnO Perbesaran 10.000 kali	25
Gambar 4.11 Hasil SEM komposit rGO/ZnO Perbesaran 20.000 kali	25
Gambar 4.12 Grafik CV pada material rGO	26
Gambar 4.13 Grafik CV pada material ZnO	27
Gambar 4.14 Grafik CV pada material komposit rGO/ZnO (1:2)	27
Gambar 4.15 Grafik CV pada material komposit rGO/ZnO (2:1)	28
Gambar 4.16 Grafik CV pada material komposit rGO/ZnO (1:1)	28
Gambar 4.17 Grafik persentase kandungan rGO-ZnO dalam menghasilkan densitas energi dan kapasitansi....	33

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A	39
LAMPIRAN B	43
LAMPIRAN C	45

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam kehidupan yang serba modern saat ini, energi listrik menjadi kebutuhan utama yang tidak dapat dielakkan. Berbagai teknologi yang ada saat ini, sebagian besar membutuhkan piranti penyimpanan energi listrik. Sebagai contohnya telepon selular dan laptop yang membutuhkan baterai sebagai piranti penyimpanan energi. Namun, kendalanya baterai memiliki rapat daya yang cukup kecil disamping itu juga dibutuhkan waktu yang cukup lama untuk mengecas (penyimpanan) energi listrik ke dalam piranti tersebut. Oleh sebab itu dibutuhkan teknologi yang memiliki rapat energi dan rapat daya yang lebih besar serta waktu pengecasan lebih singkat untuk memenuhi kebutuhan teknologi di masa yang akan datang. Sejauh ini telah terdapat minat yang besar pada kalangan para peneliti untuk dapat mengembangkan dan menyempurnakan perangkat penyimpanan energi yang lebih efisien. Salah satu perangkat tersebut yaitu superkapasitor. Biasanya material yang digunakan untuk pembuatan elektroda superkapasitor antara lain grafena , *carbon nanotube*, *carbon aerogel*, karbon berpori, dan komposit mineral-karbon. Namun saat ini material elektroda dari superkapasitor komersial menggunakan karbon berpori yang dibuat dari bahan alam.

Apabila melihat Indonesia dari segi hasil sumber daya alamnya yang melimpah mulai dari sumber daya alam yang ada di laut maupun di darat. Salah satu sumber daya alam yang hingga saat ini masih menjadi ciri khas Indonesia yaitu sumber daya dari hasil pertanian. Dalam segi pertanian, Indonesia memiliki banyak keuntungan mulai dari lahan untuk bercocok tanam dan iklim yang tropis. Kedua hal ini lah yang membuat banyak tanaman dapat tumbuh subur di Indonesia. Salah satu tanaman yang banyak dijumpai yaitu tanaman kelapa. Indonesia merupakan salah satu penghasil kelapa terbesar di dunia dengan produksi rata

– rata per tahun mencapai 15,4 milyar butir (Data *Asia Pasific Coconut Community*, 2010). Selain dapat dimanfaatkan di bagian buah, batang, akar dan daun dari pohon kelapa, bagian lain yang selama ini dianggap sebagai limbah juga dapat dimanfaatkan, yaitu tempurung kelapa.

Pada umumnya, tempurung kelapa digunakan untuk kerajinan dan bahan bakar seperti arang dan briket. Namun beberapa tahun terakhir, tempurung kelapa digunakan sebagai arang aktif yang berfungsi untuk mengadsorbsi gas dan uap, sebagai katalisator, bahan penjernih menurunkan kadar kesadahan, kadar besi, dan kadar NaCl dalam air sumur. Tempurung kelapa merupakan material dengan kadar karbon 49,86 % (jenis kelapa tua) yang terdiri dari selulosa ($(C_6H_{10}O_5)_n$) dan hemiselulosa yang secara struktur atomik mempunyai ikatan heksagonal. Ikatan tersebut telah sesuai dengan grafena sehingga dapat berpotensi menjadi grafena dengan mereduksi atom hidrogen dan karbonnya serta membuatnya menjadi satu lapis.

Apabila berbicara mengenai tanaman kelapa maka salah satu contoh yang sedang banyak diteliti yakni pemanfaatan arang batok kelapa yang dapat digunakan sebagai karbon aktif. Dari karbon aktif inilah kita dapat membuat super kapasitor. Selain itu Arang tempurung dibuat dengan cara karbonisasi dari tempurung kelapa. Pada proses pembakaran tempurung kelapa yang terdiri dari karbohidrat yang sangat kompleks, akan menyebabkan suatu rentetan reaksi yaitu peruraian dari bermacam-macam struktur molekul. Pada suhu $250^{\circ}C$, lingo selulosa tempurung kelapa mulai melepaskan H_2O dan gas CO , di samping itu juga terbentuk arang dan metana. (Nasrullah, 2014)

Berdasarkan hal tersebut maka kami ingin mengembangkan lebih jauh mengenai arang batok kelapa yakni dengan menjadikan batok kelapa sebagai alternatif dalam pembuatan superkapasitor.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan diselesaikan dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana hasil penggunaan material rGO dan ZnO yang dimanfaatkan sebagai superkapasitor ?
2. Bagaimana pengaruh variasi penggunaan rGO/ZnO terhadap nilai kapasitansi superkapasitor ?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini, yaitu pembuatan superkapasitor dengan menggunakan bahan grafena oksida tereduksi (rGO) yang diperoleh dari hasil pembakaran tempurung kelapa, dan dicampur dengan Seng Oksida (ZnO) .

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah :

1. Mendapatkan nilai kapasitansi dari superkapasitor berbahan dasar dari rGO /ZnO
2. Mengetahui pengaruh variasi penggunaan rGO/ZnO terhadap nilai kapasitansi superkapasitor

1.5 Manfaat Penelitian

Ada beberapa manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Memberikan alternatif baru dalam pembuatan super kapasitor.
2. Memanfaatkan bahan berupa batok kelapa yang kebanyakan hanya menjadi arang atau alat bakar memasak untuk kehidupan di masyarakat umum.
3. Meningkatkan nilai kapasitansi pada superkapasitor

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan Tugas akhir ini terdiri dari abstrak yang berisi gambaran umum dari penelitian ini. Bab I pendahuluan yang memuat latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan. Bab II tinjauan pustaka berisi tentang dasar-dasar teori yang digunakan sebagai acuan dari penelitian, Bab III metodologi penelitian, Bab IV hasil penelitian dan pembahasannya, dan Bab V kesimpulan dan saran.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Grafena Oksida Tereduksi (rGO)

Grafena merupakan bahan yang sedang ramai diperbincangkan, karena memiliki fungsi yang luar biasa dalam penerapannya. Salah satunya digunakan dalam pengembangan elektronik. Grafena tergolong dalam kelompok karbon. Para fisikawan, kimiawan, dan ilmuwan material saat ini telah berfokus pada aplikasi dari grafena untuk beberapa bidang penelitian dan industri karena memiliki sifat yang sangat baik antara lain mobilitas elektron yang tinggi ($\sim 10.000 \text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$), luas permukaan spesifik yang besar ($2.630 \text{ m}^2/\text{g}$), modulus Young yang tinggi ($\sim 1 \text{ TPa}$), dan konduktivitas panas yang tinggi ($\sim 3000 \text{ W/m}\cdot\text{K}$) (S. M. Choi, 2011).

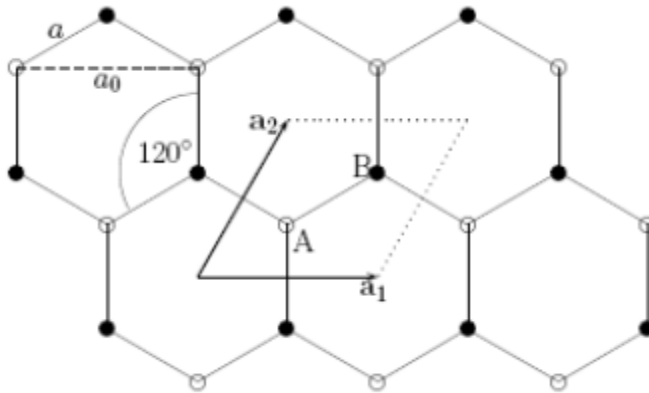


Gambar 2.1 Hasil pembuatan material rGO

Grafena, merupakan satu lapisan tipis atom karbon dapat diperoleh dari metode pengelupasan atau penumbuhan kimiawi. Metode penumbuhan kimiawi dengan mereduksi dari oksida grafena menuju reduced grafena oksida telah banyak dilakukan untuk menghasilkan grafena dalam skala besar. Saat ini terdapat banyak reagen yang digunakan sebagai reduksi seperti *sodium hidride*, hidrogen, sulfid, *hidrazine hidrate*, NaBH_4 , *dimethylhydrazine*, *hydroquinone*, NaBH_4 dan H_2SO_4 . Proses reduksi oksida grafena dengan *hidrazine* murni dalam fase larutan

dapat menghasilkan grafena oksida tereduksi, dengan sedikit unsur oksigen dan hidrogen. (Feng, 2013).

Grafrit memiliki konduktivitas listrik $0,1 \times 10^6$ S/m, sementara bahan semikonduktor memiliki rentang nilai konduktivitas listrik sebesar 1×10^{-8} S/m hingga $0,1 \times 10^6$ S/m. Jadi grafit dapat digolongkan ke dalam bahan semikonduktor. Oleh karena itu, untuk grafena yang merupakan lembaran penyusun grafit juga merupakan material yang mampu menghantarkan arus listrik cukup baik (Nasrullah, 2014).

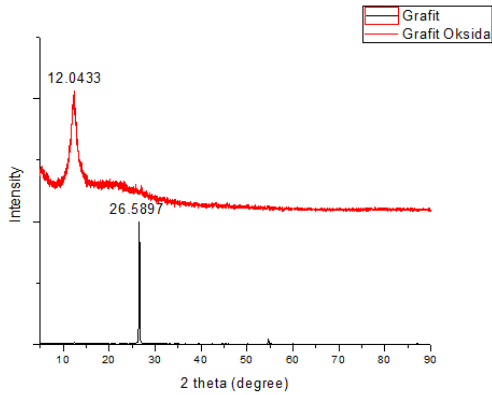


Gambar 2.2 Struktur kisi grafena (Endi, 2011)

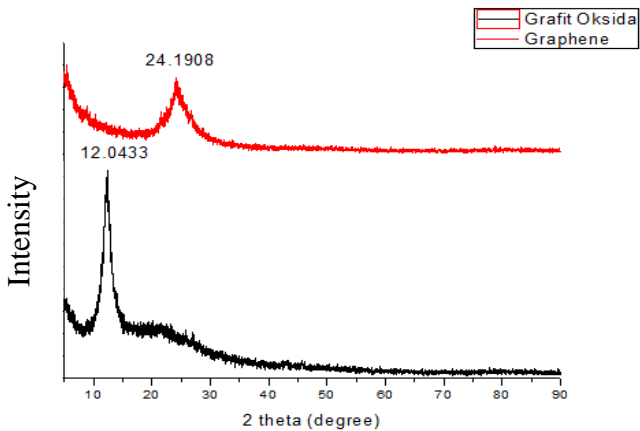
Pada gambar 2.2 tersebut, grafena memiliki struktur yang telah digambarkan. Struktur grafena merupakan struktur yang bukan dalam termasuk kisi bravais melainkan sebagai kisi triangular dengan bassisnya terdiri dari dua atom tiap sel satuan. Atom-atom ini di beri nama dengan atom A dan atom B (Endi,2011).

Dalam pembuatan grafena banyak macam cara yang dapat dilakukan. Dalam tahapan pembuatan nya yang akan menjadi pembeda antara grafit oksida dan grafena adalah pada letak puncak difraksi yang didapat melalui uji karakterisasi

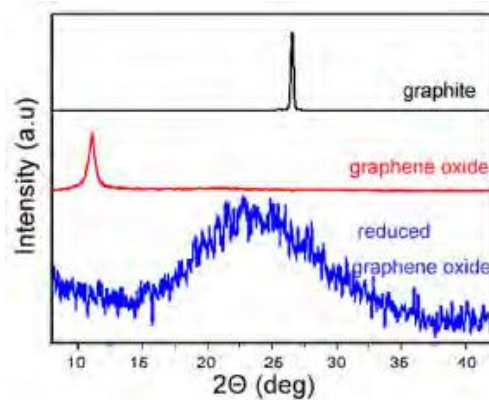
berupa uji *X-Ray Diffraction* (XRD). Berikut besar puncak yang dieproleh dari uji XRD antara grafit, grafit oksida, grafena, dan grafena oksida tereduksi.



Gambar 2.3 Hasil XRD Grafit Oksida dan Grafit murni (Muhammad Rizki, 2014)



Gambar 2.4 Hasil XRD Grafit Oksida dan Grafena (Muhammad Rizki, 2014)



Gambar 2.5 Hasil XRD Grafit, Grafit Oksida dan Grafena oksida tereduksi (Nasrullah, 2014)

Pada gambar 2.3 sampai dengan gambar 2.5 diperoleh masing-masing puncak yang didapat melalui uji XRD, dimana dari uji tersebut diperoleh bahwa puncak difraksi antara grafit, grafit oksida, grafena, dan grafena yang tereduksi adalah berbeda. Pola difraksi Grafena Oksida Tereduksi, menandakan ciri bahan dengan struktur kristal amorf, dengan puncak yang tidak tajam. Puncak difraksi dari *reduced graphene oxide* dimulai pada sekitar sudut $2\theta=16^\circ$ dan terus meningkat hingga mencapai nilai maksimum pada sekitar sudut $2\theta=23^\circ$ hingga 24° , selanjutnya akan turun hingga pada sudut $2\theta=38^\circ$ (Nasrullah, 2014).

2.2 Seng Oksida

Seng oksida adalah senyawa anorganik dengan rumus ZnO . Ini adalah bubuk putih yang tidak larut dalam air. Serbuk ini banyak digunakan sebagai bahan aditif dan banyak produk termasuk plastik, keramik, kaca, semen, karet (misalnya, ban mobil), pelumas, cat, salep, perekat, sealant, pigmen, makanan (sumber Zn nutrisi), baterai, pemadam kebakaran, dll. ZnO merupakan semikonduktor dengan pita celah lebar dari semikonduktor golongan II-VI (karena seng dan oksigen milik

golongan 2 dan 6 dari daftar berkala , masing-masing). Doping asli dari semikonduktor (karena kekosongan oksigen) adalah tipe-n. Semikonduktor ini memiliki beberapa sifat yang menguntungkan: transparansi yang baik, mobilitas elektron yang tinggi, celah pita lebar, luminesen suhu-ruang yang kuat, dll. Sifat-sifat ini telah digunakan dalam aplikasi untuk elektroda transparan dalam layar kristal cair dan hemat energi atau pendela pelindung-panas, dan aplikasi elektronik ZnO sebagai transistor lapis-tipis dan dioda pemancar cahaya masa depan tahun 2009.

ZnO adalah material yang relatif lunak dengan kekerasan sekitar 4,5 pada skala Mohs. Konstanta elastisnya lebih kecil dari semikonduktor III-V, seperti GaN. Kapasitas panas dan konduktivitas panasnya tinggi, ekspansi termal rendah dan suhu lebur ZnO cukup tinggi yang bermanfaat untuk keramik. Diantara semikonduktor tetrahedral, ZnO memiliki tensor piezoelektrik tertinggi atau setidaknya sebanding dengan GaN dan AlN. (Rasyidah, N. 2014)

Tabel 2.1 Karakterisasi ZnO

Karakterisasi ZnO	
Rumus molekul	ZnO
Massa molar (berat molekul)	81,408 gram/mol
Penampilan	Putih <i>solid</i>
Kepadatan	5,606 gram/cm ³
Titik lebur (<i>melting point</i>)	1975 °C
Titik didih (<i>boiling point</i>)	2360 °C
Kelarutan dalam air	0,16 mg/100 MI
<i>Band gap</i>	3,3 eV
Indeks bias	2,0041

(Rasyidah, N. 2014)

Seng oksida (ZnO) sebenarnya sudah sering digunakan sebagai elektroda aktif pada piranti solar sel, elektroda pada baterai dan dapat menghasilkan kerapatan energi yang tinggi yaitu 650 Wh/Kg. ZnO telah banyak digunakan dalam berbagai elektroda karena memiliki aktivitas kimia yang baik, ramah lingkungan dan mempunyai harga yang relatif lebih murah (Wetya, 2015).

2.3 Super kapasitor

Superkapasitor biasanya digunakan sebagai alat penyimpan energi, telah digunakan secara luas pada bidang elektronik dan transportasi, seperti sistem telekomunikasi digital, komputer dan *pulse laser system*, *hybrid electrical vehicles*, dan lain sebagainya (Ariyanto, 2012). Superkapasitor memiliki banyak kelebihan dibanding dengan alat penyimpan energi yang lain seperti baterai. Dari sisi teknis, superkapasitor memiliki jumlah siklus yang relatif banyak (>100000 siklus), kerapatan energi yang tinggi, kemampuan menyimpan energi yang besar, prinsip yang sederhana dan konstruksi yang mudah. Sedangkan dari sisi keramahan terhadap pengguna, superkapasitor meningkatkan keamanan karena tidak ada bahan korosif dan lebih sedikit bahan yang beracun. Material yang digunakan untuk pembuatan elektroda superkapasitor antara lain *grafena*, *carbon nanotube*, *carbon aerogel*, karbon berpori, dan komposit mineral-karbon. Saat ini, material elektroda dari superkapasitor komersial menggunakan karbon berpori yang dibuat dari bahan alam yaitu tempurung kelapa (Miller dan Simon, 2008).

Kapasitor konvensional terdiri dari dua elektroda yang dipisahkan oleh bahan dielektrik. Saat tegangan listrik diberikan pada kapasitor, muatan berlawanan (berbeda) akan terakumulasi pada setiap permukaan elektroda. Muatan-muatan tersebut akan tetap terpisah oleh bahan dielektrik yang mengisi ruang antarpelat kapasitor, sehingga menghasilkan medan listrik yang menyebabkan kapasitor dapat menyimpan energi. Kapasitansi

didefinisikan sebagai perbandingan antara muatan yang tersimpan dalam kapasitor (Q) dengan potensial listrik (V) yang diberikan.

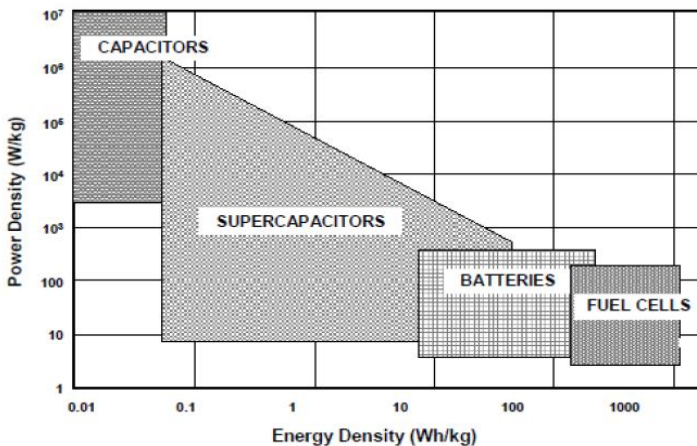
$$C = \frac{Q}{V} \quad (1)$$

Untuk kapasitor konvensional berbanding lurus dengan luas permukaan pada setiap permukaan dan berbanding terbalik dengan jarak antar muatan

$$C = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{A}{D} \quad (2)$$

Dengan ϵ_0 ialah konstanta dielektrik atau permitivitas ruang vakum dan ϵ_r ialah konstanta dielektrik bahan isolasi antara elektroda. Untuk mengukur kerapatan dapat dihitung sebagai jumlah per satuan massa atau per unit volume. Energi (E) yang tersimpan dalam kapasitor berbanding lurus dengan kapasitansi:

$$E = \frac{1}{2} C V^2 \quad (3)$$



Gambar 2.6 Performa superkapasitor (Kotz, R, 2000)

Pada gambar 2.6 terlihat bahwa grafik tersebut menyajikan rapat daya berbagai perangkat penyimpanan energi dibandingkan dengan rapat energinya. terlihat bahwa superkapakitor menempati daerah antara kapasitor konvensional dan baterai. Daerah ini disebut dengan sebutan *ragone plot*.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian yaitu:

- | | |
|-------------------------------------|------------------------|
| 1. Coconut Shell (tempurung kelapa) | 5. larutan 1 butanol |
| 2. Aquades | 6. ZnO (SAP Chemicals) |
| 3. Larutan KCl 1 M | 7. Plastik wrap |
| 4. Alkohol 96 % | 8. Mesh 200 |

3.2 Peralatan

Alat yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu:

- | | |
|-----------------------------------|--|
| 1. Alat <i>sentrifuge</i> | 7. Alat <i>ultrasonic</i> |
| 2. Alat pembakar tempurung kelapa | 8. <i>Magnetic stirrer</i> |
| 3. Alat penumbuk | 9. Mortar |
| 4. <i>Crucible</i> | 10. Alat X-Ray
<i>Diffraction</i> (XRD) |
| 5. Gelas <i>beaker</i> | 11. Alat SEM |
| 6. Alat <i>furnace</i> | 12. Alat <i>Cyclic Voltametry</i>
(CV) |

3.3 Prosedur Penelitian

3.3.1 Pembuatan Grafena Oksida Tereduksi (rGO)

Dalam pembuatan rGO, perlu dipersiapkan bahan utama yakni tempurung kelapa. Tempurung kelapa ini selanjutnya dibersihkan serabut yang menempel, dan dikeringin selama ± 2 jam menggunakan terik matahari. Setelah dilakukan pengeringan maka tempurung kelapa ini, dibakar menggunakan alat pembakar. Pembakaran ini dilakukan sampai tempurung kelapa ini menjadi arang (± 30 menit menggunakan pembakar kami), bahan ini disebut dengan GO (Grafena oksida). Setelah menjadi GO, selanjutnya didiamkan sampai dingin, dan selanjutnya ditumbuk menggunakan alat penumbuk. GO yang telah ditumbuk dimasukkan dalam *crucible*, dan dilakukan proses furnace dengan

suhu 400⁰C dengan *holding time* selama 5 jam. Proses furnace ini bertujuan untuk menghilangkan sisa uap air yang ada pada material karbon, pada tahap ini material GO akan berubah menjadi rGO (Grafena oksida tereduksi). Material rGO yang telah difurnace maka di gerus menggunakan mortar dan dilakukan pengayakan menggunakan mesh sebesar 200, agar material ini menjadi ukuran yang homogen. Setelah semua bahan di mesh, maka proses selanjutnya yaitu membersihkan material tersebut dari bahan-bahan pengotor yang ada dalam material tersebut, proses ini dilakukan dengan alat *ultrasonic* selama 7 jam. Setelah di ultrasonik rGO di *sentrifuge* menggunakan alat *sentrifuge* dengan kecepatan 4000 RPM selama 1 jam. Material rGO yang telah di *sentrifuge*, akan disaring menggunakan kertas saring dan diambil bagian serbuk yang mengendap dan serbuk yang tersaring dalam kertas saring. Material rGO ini selanjutnya dikeringkan kembali menggunakan alat pengering sebesar 100⁰C sampai material ini benar benar kering (± 6 jam). Dan material rGO ini siap dilakukan proses pencampuran dengan ZnO.

3.3.2 Pembuatan komposit rGO/ZnO

Kedua bahan yakni rGO dan ZnO dipersiap kan, kedua bahan ini di masukkan dalam gelas beaker 250 ml dengan ukuran sesuai variasi yang akan digunakan. Variasi yang digunakan berupa jumlah gram yang digunakan pada masing masing bahan, yakni sebesar :

- Variasi 1 rGO (1,00 gr) - ZnO (0,50 gr)
- Variasi 2 rGO (0,80 gr) - ZnO (0,80 gr)
- Variasi 3 rGO (0,50 gr) - ZnO (1,00 gr)

Pada masing-masing variasi, dimasukkan dalam gelas beaker dan diberikan larutan 1 butanol sebagai larutan pencampur untuk kedua bahan tersebut. Digunakan larutan 1 butanol ini dikarenakan larutan ini bagus untuk proses pencampuran dan tidak mempengaruhi sifat dari kedua bahan ini. Pencampuran kedua bahan ini dilakukan menggunakan alat *magnetic stirrer* selama 5 jam. Kedua bahan yang telah dicampur ini selanjutnya

akan dipanaskan menggunakan alat pengering selama ± 5 jam. Pengeringan ini bertujuan agar larutan 1 butanol ini menguap dan tersisa hanya campuran kedua bahan rGO dan ZnO saja. Berikut hasil pencampuran rGO/ZnO.



Gambar 3.1 Hasil pencampuran rGO/ZnO

3.4 Karakterisasi

3.4.1 XRD (X-Ray Diffraction)

Uji XRD ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui fasa dari material yang digunakan dalam penelitian. Pada penelitian kali ini, penggunaan uji XRD ini digunakan pada *sample* rGO, ZnO, dan ketiga variasi yang digunakan. Hasil uji XRD akan dilakukan kualitatif dari bahan material yang digunakan menggunakan *software match*. Pengujian XRD ini dilakukan dalam bentuk serbuk, pengujian ini dilakukan dengan cara yakni menempatkan serbuk pada tempat *sample* dan serbuk uji tersebut diratakan hingga benar-benar rata, agar pada penembakan sinar-x akan mengenai permukaan yang rata dan penghamburan sinar dapat tepat menuju detektor. Pengujian XRD dilakukan di Universitas Negeri Surabaya (UNESA) dengan alat bernama XRD D8 Bruker Analisis, berikut gambar alat yang digunakan :



Gambar 3.2 X-Ray diffraction D8 advance bruker.

3.4.2 Uji Scanning Electron Microscope (SEM)

Pengujian SEM ini berguna untuk mengetahui morfologi permukaan dari suatu material. Gambar yang terbentuk pada hasil uji SEM ini dibentuk oleh berkas elektron yang sangat halus dan elektron ini difokuskan pada permukaan bidang suatu material yang di uji, perbesaran yang dihasilkan didapat dari perbandingan antara luas sampel yang di *scan* terhadap luas area layar monitor. Pengujian SEM ini dilakukan di universitas negeri Malang.

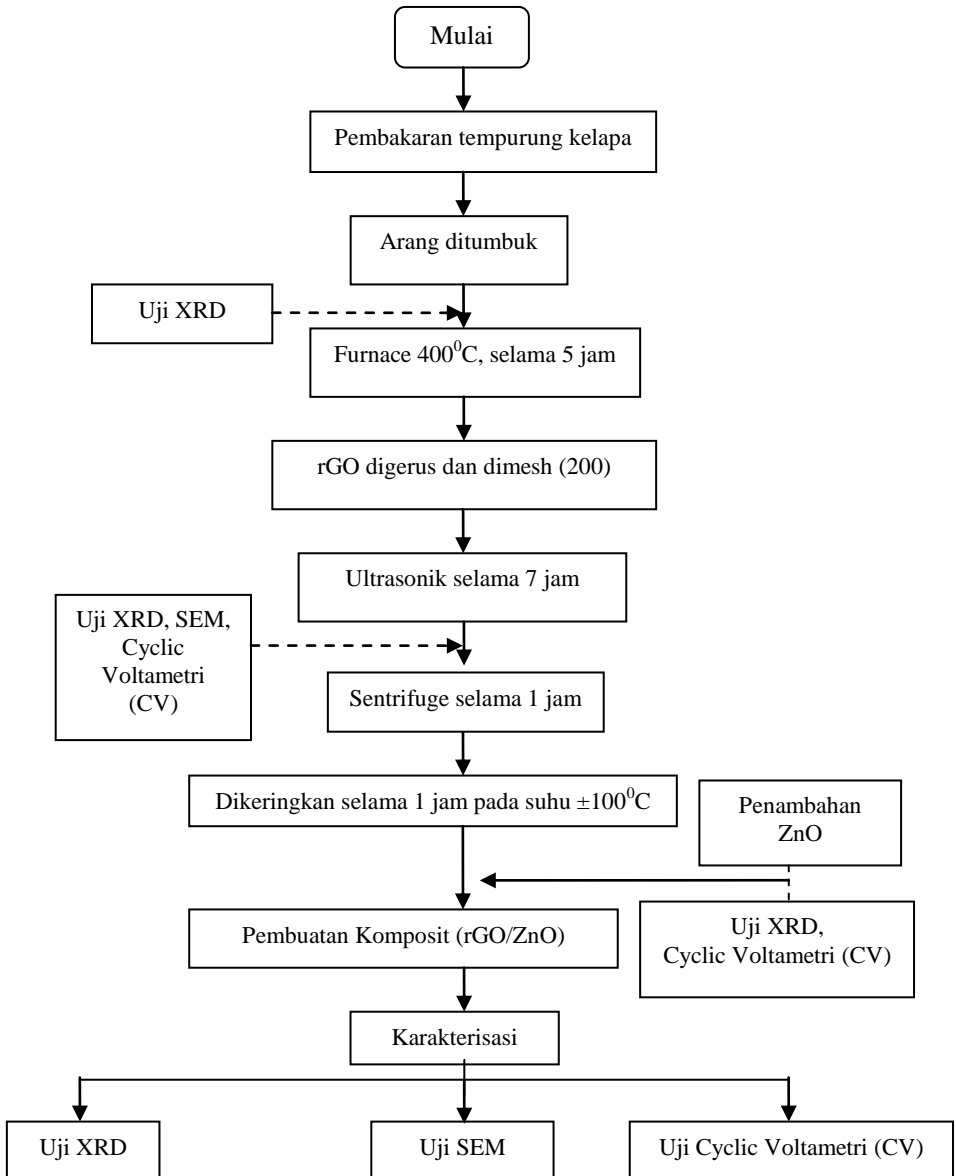
3.4.3 Uji Cyclic Voltametri (CV)

Pengujian CV bertujuan untuk mengetahui besar kapasitansi per gram dari suatu bahan yang ingin diuji. Bahan yang di uji menggunakan uji cv, yakni berupa bahan campuran dari ketiga variasi dalam penelitian kali ini. Dalam pengujian cv diperlukan bahan-bahan yakni, larutan KCl 1 M, dan betuk bahan yang perlu dibuat menjadi padatan dengan ukuran material yang dapat di gunakan pada alat ini yaitu sebesar ≤ 1 cm. Sehingga

bahan yang digunakan perlu dilakukan pemadatan bahan menjadi sebuah pelet/tablet menggunakan alat pressing bahan. Bahan yang telah menjadi pelet/tablet ini diberikan pasta perak pada kedua sisi pelet, dan diberikan. Pelet ini dibuat dengan berat masing masing bahan yakni sebesar 0.8 gram.

3.5 Diagram Alir Penelitian

Penelitian kali ini akan digunakan dua bahan yakni bahan pertama dari batok kelapa (*Coconut Shell*) yang akan di sintesis menjadi rGO (*grafena oksida tereduksi*), dan bahan kedua yakni berupa zinc asetat yang akan di sintesis menjadi Zinc Oksida (ZnO). Dari kedua bahan ini akan dilakukan teknik pencampuran antara rGO dengan ZnO untuk menghasilkan bahan baru, yang digunakan agar meningkatkan nilai kapasitansi superkapasitor. Adapun metode yang digunakan dalam penelitian, secara garis besar digambarkan dalam diagram alir berikut ini



Gambar 3.3 Diagram alir penelitian

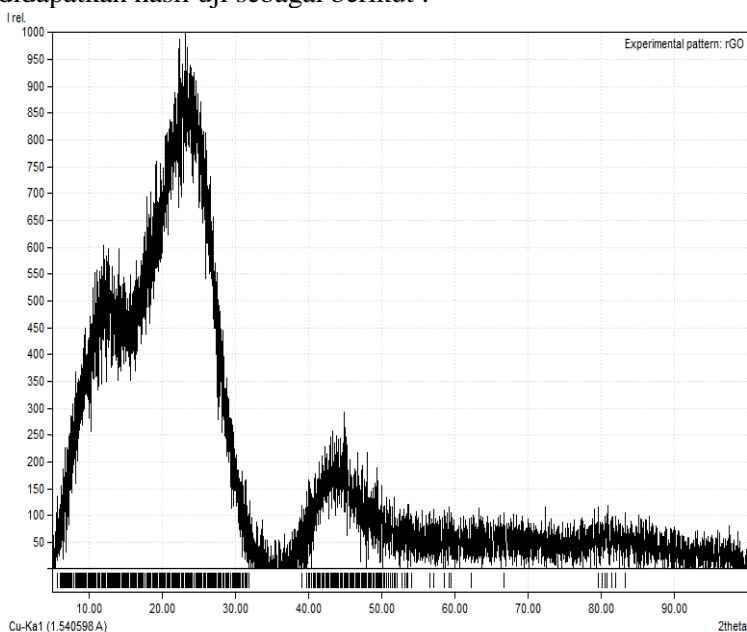
BAB IV

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

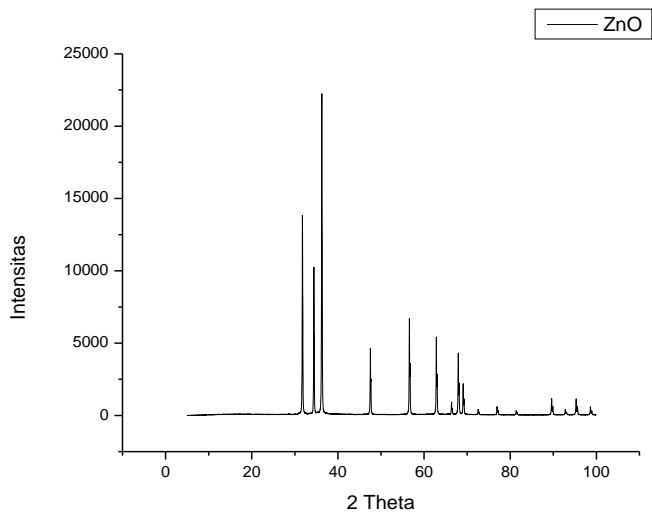
Penelitian tentang Sintesis Komposit Grafena Oksida Tereduksi (rGO) Hasil Pembakaran Kelapa Tua dengan ZnO Sebagai Superkapasitor telah selesai dilaksanakan, dan didapatkan berupa data-data yang akan dibahas dalam bab IV ini. Berikut pembahasannya :

4.1 Karakterisasi XRD (X- Ray Diffraction)

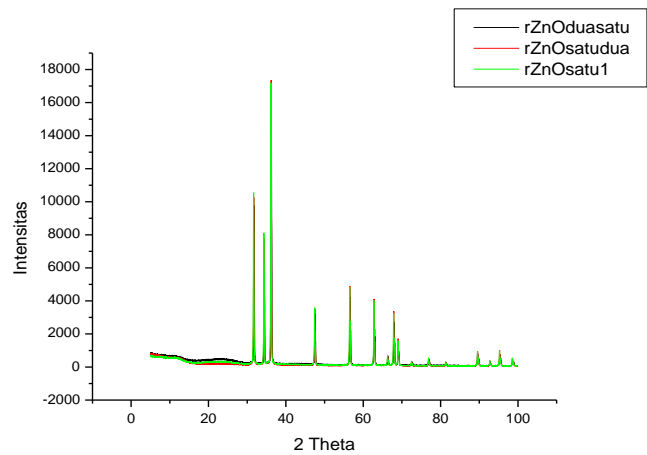
Pada karektirasi dengan menggunakan uji XRD ini akan dilakukan pengujian terhadap material yang digunakan yakni berupa grafena oksida tereduksi (rGO), seng oksida (ZnO), dan ketiga variasi komposit yang digunakan. Dan dari uji XRD ini didapatkan hasil uji sebagai berikut :



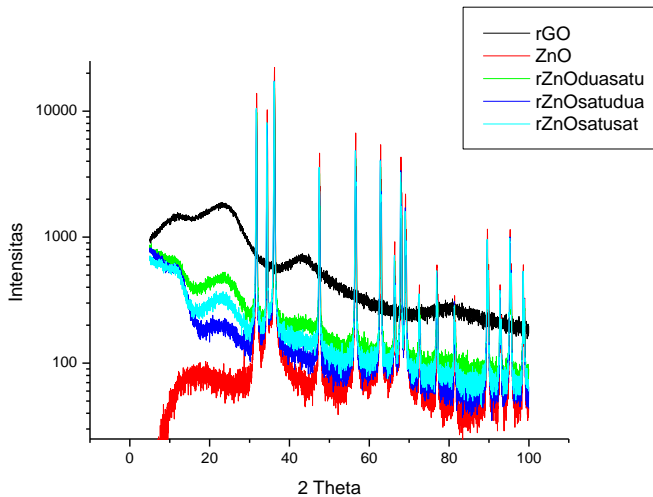
Gambar 4.1 Grafik XRD pada grafena oksida tereduksi (rGO).



Gambar 4.2 Grafik XRD pada Zinc Oksida (ZnO)



Gambar 4.3 Grafik XRD pada variasi komposit yang digunakan



Gambar 4.4 Grafik XRD pada material yang digunakan

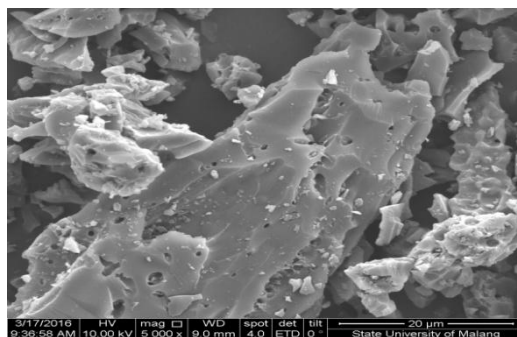
Dari gambar 4.1 didapatkan gambar berupa hasil uji XRD untuk material rGO didapat puncak difraksi pada sudut $23,47^{\circ}$. Hal ini sesuai dengan penelitian yang sudah didapatkan oleh Nasrullah, dimana dalam penelitian dia menemukan Puncak difraksi dari *reduced graphene oxide* dimulai pada sekitar sudut $2\theta=16^{\circ}$ dan terus meningkat hingga mencapai nilai maksimum pada sekitar sudut $2\theta=23-24^{\circ}$ (Nasrullah, 2014).

Selanjutnya pada uji selanjutnya dilakukan uji XRD terhadap ZnO, dimana setelah hasil didapatkan berupa grafik XRD tersebut selanjutnya dilakukan penentuan fasa yang terbentuk menggunakan *software match*, dengan *softwrae* ini didapatkan bahwa fasa yang terbentuk dalam material ZnO terbentuk fasa ZnO murni tanpa ada nya fasa lain yang terbentuk. Selanjutnya setelah dilakukan pengujian material rGO dan ZnO, dilakukan juga untuk material komposit yangtelah dibuat dalam penelitian kali ini. Dan hasil yang diperoleh ditampilkan dalam gambar 4.3. Pada gambar 4.3 diperoleh grafik dari ketiga material

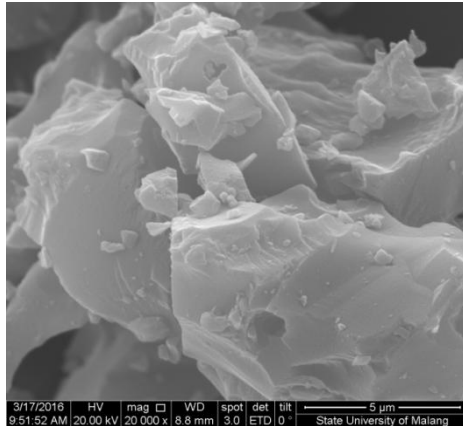
komposit yang digunakan, dimana pada grafik tersebut diperoleh puncak dari masing-masing bahan dari komposit yang digunakan, yakni terbentuk puncak rGO dan juga puncak ZnO. Namun dalam gambar 4.3 ini grafik yang terbentuk belum cukup jelas untuk dapat menegetahui fasa rGO yang terbentuk dalam grafik tersebut sehingga dilakukan penggunaan grafik berupa logaritma untuk hasil XRD tersebut, sehingga didapatkan hasil grafik pada gambar 4.4 diatas. Pada grafik tersebut terlihat bahwa hasil dari puncak rGO terlihat ada dalam material komposit tersebut. Dari ketiga material komposit ini terlihat sedikit sekali perubahan yang terjadi dalam karakterisasi penggunaan XRD ini. Sehingga grafik yang terbentuk, hanya membedakan hasil dari puncak rGO yang terbentuk, dimana hasil komposit yang menggunakan komposisi dari rGO yang lebih banyak makan puncak rGO yang terbentuk akan memiliki intensitas yang lebih tinggi.

4.2 Karakterisasi SEM (Scanning Electron Microscope)

Pada penelitian ini dilakukan juga karektirasi menggunakan SEM. Karakterisasi ini digunakan untuk mengetahui morfrologi yang terbentuk dari material yang digunakan. Material yang dilakukan karekterisasi menggunakan SEM ini yakni rGO, ZnO, dan satu material komposit yakni dengan variasi perbandingan 1:1. Didapatkan gambar hasil uji SEM berikut ini.

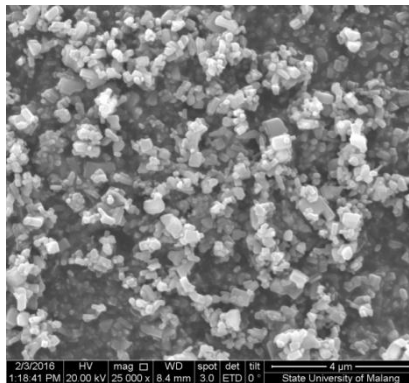


Gambar 4.5 Hasil SEM rGO Perbesaran 5.000 kali

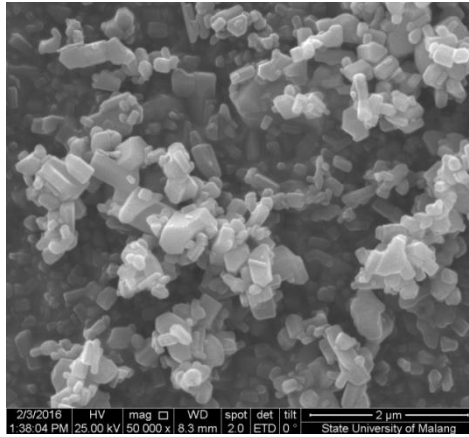


Gambar 4.6 Hasil SEM rGO Perbesaran 20.000 kali

Dari gambar 4.5 sampai 4.6 didapatkan morfologi dari material rGO. Dalam gambar tersebut terlihat jika ukuran dari butiran yang terbentuk masih belum terlihat homogen dan juga dari sifat grafena dimana grafena merupakan lapisan tipis yang memiliki luas dimensi berupa 2 dimensi, namun dalam rGO yang dibuat ini terlihat masih memiliki dimensi ruang sehingga belum terlihat lapisan tipis yang diinginkan. Hal ini diharapkan akan dilakukan dengan penelitian selanjutnya dengan perlakuan yang lain.

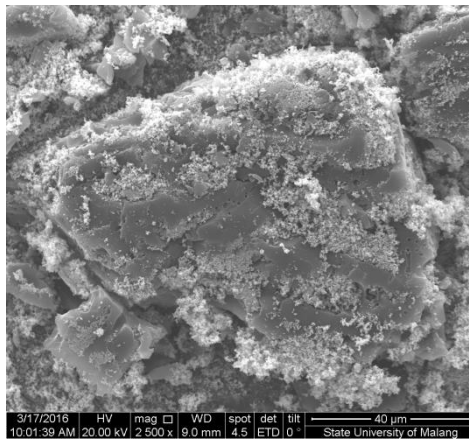


Gambar 4.7 Hasil SEM ZnO Perbesaran 25.000 kali

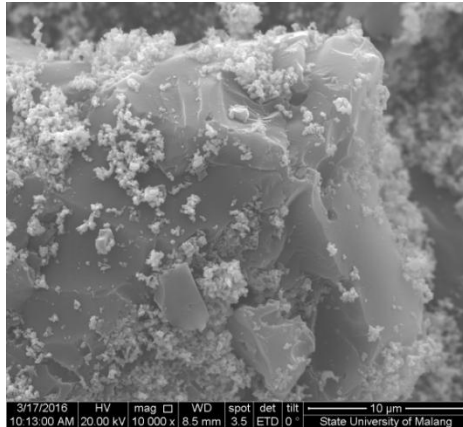


Gambar 4.8 Hasil SEM ZnO Perbesaran 50.000 kali

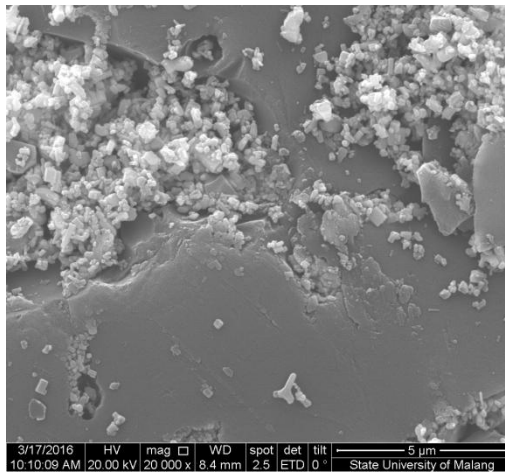
Selanjutnya dilakukan karakterisasi SEM pada material ZnO yang didapatkan gambar uji SEM tersebut pada gambar 4.7 dan gambar 4.8, pada gambar tersebut terlihat morfologi dari material ZnO dapat dikatakan memiliki ukuran yang heterogen. Pada material ZnO yang terbentuk memiliki struktur wurtzite sekitar 750 nm.



Gambar 4.9 Hasil SEM komposit rGO ZnO Perbesaran 2.500 kali



Gambar 4.10 Hasil SEM komposit rGO ZnO Perbesaran 10.000 kali



Gambar 4.11 Hasil SEM komposit rGO/ZnO Perbesaran 20.000 kali

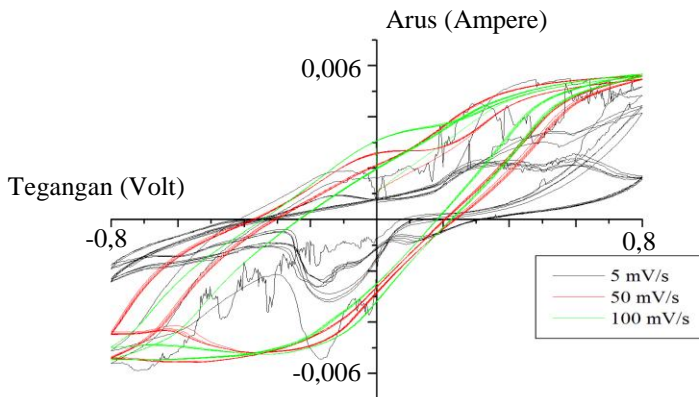
Selanjutnya dilakukan karakterisasi SEM pada material komposit rGO/ZnO yang didapatkan gambar uji SEM tersebut pada gambar 4.9 dan gambar 4.11, pada gambar tersebut terlihat morfologi dari material komposit rGO/ZnO dimana pada material komposit ini terlihat material ZnO menyisip dalam material rGO.

Dan terdapat pula material ZnO ini berada pada permukaan material rGO.

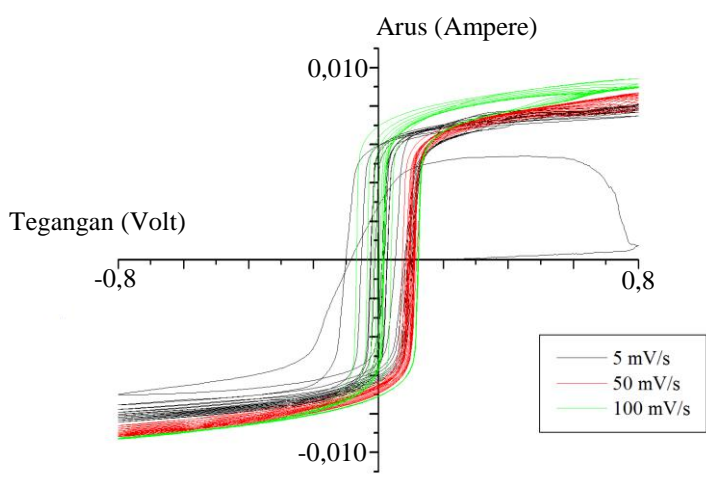
4.3 Karakterisasi CV (Cyclic Voltametry)

Karakterisasi yang dilakukan selanjutnya yakni karakterisasi untuk mengetahui besar kapasitansi yang diperoleh pada material yang digunakan, yakni dengan melalui karakterisasi berupa *cyclic voltametry* (CV). Pada uji cv ini dilakukan dengan cara membuat material yang akan di uji menjadi bentuk pelet. Setelah dibuat menjadi bentuk pelet maka selanjutnya dioleskan pasta perak pada sisi-sisi dari material yang sudah dipelet tersebut. Sebelum melakukan uji cv ini perlu disiapkan terlebih dahulu larutan sebagai medium uji cv ini. Larutan yang digunakan yakni menggunakan larutan KOH 1 M. larutan ini digunakan karena larutan elektrolit KOH 1 M digunakan karena tidak ada efek *pseudocapacitance* yang terjadi, dan cenderung lebih stabil.

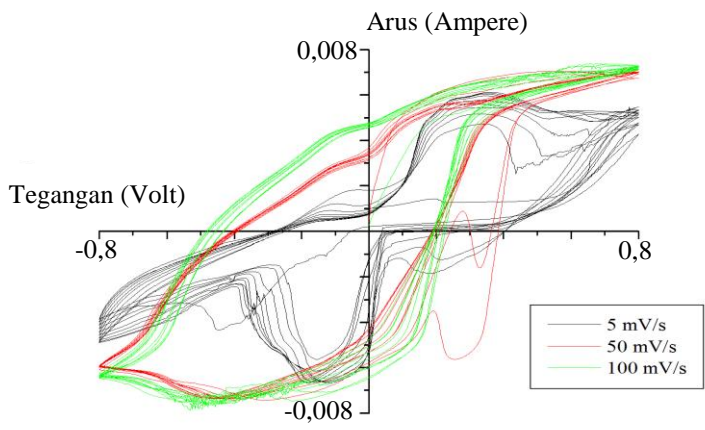
Pada uji cv ini digunakan potensial window antara -0,8 sampai dengan +0,8 V. Didapatkan data grafik hasil uji CV berikut.



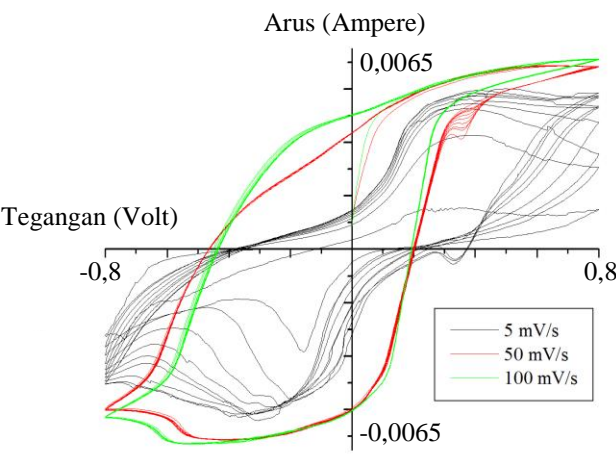
Gambar 4.12 Grafik CV pada material rGO



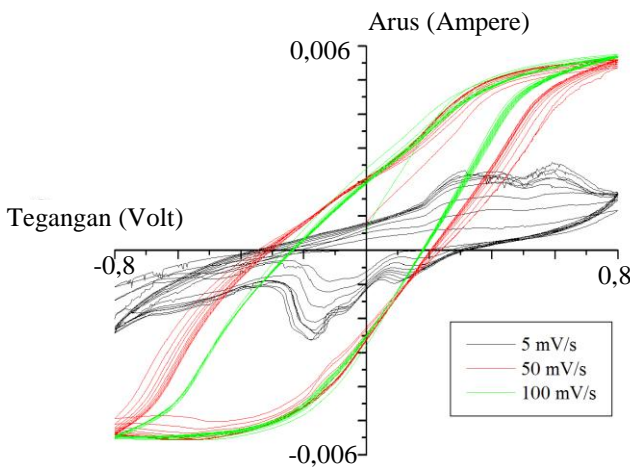
Gambar 4.13 Grafik CV pada material ZnO



Gambar 4.14 Grafik CV pada material komposit rGO/ZnO (1:2)



Gambar 4.15 Grafik CV pada material komposit rGO/ZnO (2:1)



Gambar 4.16 Grafik CV pada material komposit rGO/ZnO (1:1)

Untuk mendapatkan nilai kapasitansi pada masing-masing bahan maka dilakukan perhitungan menggunakan persamaan

$$C = \frac{1}{m\nu(V_c - V_a)} \int_{V_a}^{V_c} I(V) dV$$

(Ju-Hsiang Cheng, 2016)

atau

$$C = \frac{\text{luas}}{2 \times \text{berat} \times \text{scan rate} \times \text{potensial window}}$$

Dengan luas diperoleh melalui perhitungan luasan grafik hasil uji CV menggunakan *software origin 6*. Berat yang digunakan yakni berat dari pelet material yang digunakan, berat yang digunakan hanya setengah dari berat pelet yang dibuat, hal ini dikarenakan material yang tercelup pada saat uji CV ini hanya setengah sehingga berat yang digunakan sebesar 0.4 gram, dan digunakan perhitungan dikalikan dengan 2. *Scan rate* yang digunakan yakni sebesar 5 mV/s, 50 mV/s, dan 100 mV/s. Potensial window yang digunakan yakni sebesar -0.8 V sampai +0.8 V. Sehingga diperoleh hasil pengukuran kapasitansi sebagai berikut

Tabel 4.1 Hasil kapasitansi pada ZnO

ZnO			
<i>Scan rate</i>	5 mV/s	50 mV/s	100 mV/s
Kapasitansi (Farad/gram)	2,442188	0,068594	0,158438

Tabel 4.2 Hasil kapasitansi pada rGO

rGO			
<i>Scan rate</i>	5 mV/s	50 mV/s	100 mV/s
Kapasitansi (Farad/gram)	13,42	1,623	0,812875

Tabel 4.3 Hasil kapasitansi pada komposit rGO-ZnO (1:1)

rGO-ZnO (1:1)			
<i>Scan rate</i>	5 mV/s	50 mV/s	100 mV/s
Kapasitansi (Farad/gram)	2,642188	0,749531	0,302344

Tabel 4.4 Hasil kapasitansi pada komposit rGO-ZnO (1:2)

rGO-ZnO (1:2)			
<i>Scan rate</i>	5 mV/s	50 mV/s	100 mV/s
Kapasitansi (Farad/gram)	7,734375	1,123594	0,613906

Tabel 4.5 Hasil kapasitansi pada komposit rGO-ZnO (2:1)

rGO-ZnO (2:1)			
<i>Scan rate</i>	5 mV/s	50 mV/s	100 mV/s
Kapasitansi (Farad/gram)	7,68125	1,219531	0,608828

Dari hasil yang diperoleh didapatkan bahwa hasil yang paling besar yakni pada material dengan *scan rate* 5 mV/s. Hal ini dikarenakan pengaruh *scan rate* terhadap kapasitansi adalah berbanding terbalik yaitu kapasitansi akan turun seiring dengan peningkatan *scan rate*. Hal ini disebabkan karena ketika *scan rate* yang diberikan kecil maka aliran tegangan dapat masuk sampai ke dalam elektroda material sedangkan ketika *scan rate* yang diberikan tinggi maka aliran tegangan hanya melewati bagian permukaan dari elektroda material saja. Besar kapasitansi yang paling besar yang diperoleh yakni material rGO. Pada material komposit memiliki kapasitansi yang lebih kecil jika dibandingkan dengan rGO yang digunakan tanpa ada nya campuran ZnO. Hal ini dikarenakan pada kurang homogen nya antara kedua material yang digunakan sehingga memiliki permukaan yang berbeda sehingga mempengaruhi kemampuan dalam menyimpan kapasitansi dari superkapasitor ini. Namun dengan adanya

pencampuran menggunakan rGO ini material ZnO memiliki nilai kapasitansi yang cukup tinggi hingga hampir 3 kali lipat dari kapasitansi ZnO sendiri. Hal ini membuktikan rGO yang dibuat dalam penelitian ini memiliki kemampuan yang baik dalam digunakan sebagai superkapasitor. Semakin kecil nya nilai komposit juga dipengaruhi oleh kurang bagus nya dalam pencampuran komposit yang dilakukan. Hal ini dibuktikan dengan hasil SEM yang masih terdapat material ZnO yang terdapat dalam permukaan luar lapisan grafena, seddangkan yang diharapkan material ZnO ini dapat merusak struktur dari garfena, dengan tersisip nya material ZnO kedalam grafena. Sehingga dengan semakin banyaknya ZnO yang tersisip dalam rGO diharapkan dapat meningkatkan nilai kapasitansinya. Selain itu juga material yang kami gunakan juga merupakan hasil dari bahan alam yang banyak ditemukan di Indonesia yakni berupa penggunaan tempurung kelapa tua. Dengan adanya penelitian ini dapat menambah nilai dari tempurung kelapa tersebut. Pada penelitian selanjutnya diharapkan dapat meningkatkan nilai kapasitansi dengan cara yang lain, sebab jika ukuran material yang digunakan khususnya rGO ini memiliki ukuran yang lebih kecil lagi atau dapat dilakukan dalam ukuran berskala nano, maka nilai kapasitansi yang diperoleh juga diharapkan meningkat.

Tabel 4.6 Hasil densitas energi pada ZnO

ZnO			
<i>Scan rate</i>	5 mV/s	50 mV/s	100 mV/s
Densitas energi (Joule/gram)	3,126	0,0878	0,2028

Tabel 4.7 Hasil densitas energi pada rGO

rGO			
<i>Scan rate</i>	5 mV/s	50 mV/s	100 mV/s
Densitas energi (Joule/gram)	17,1776	2,07744	1,04048

Tabel 4.8 Hasil densitas energi pada komposit rGO-ZnO (1:1)

rGO-ZnO (1:1)			
<i>Scan rate</i>	5 mV/s	50 mV/s	100 mV/s
Densitas energi (Joule/gram)	3,382	0,9594	0,387

Tabel 4.9 Hasil densitas energi pada komposit rGO-ZnO (1:2)

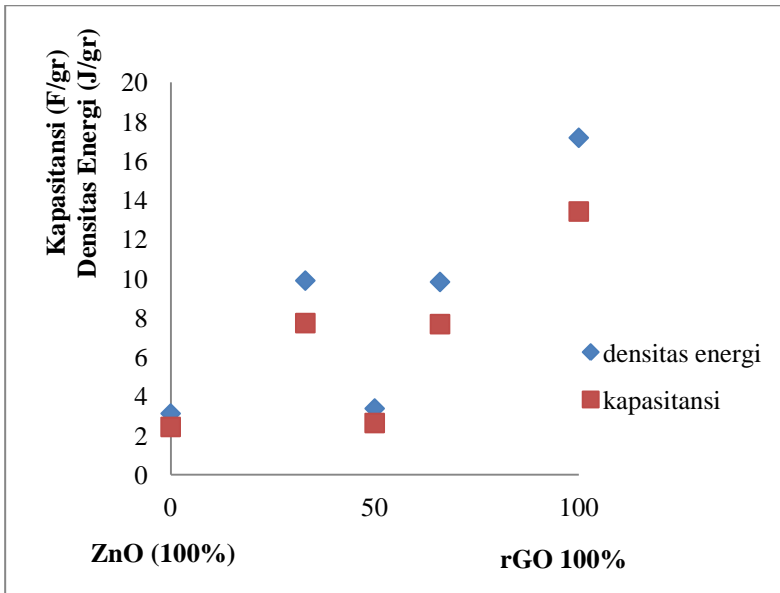
rGO-ZnO (1:2)			
<i>Scan rate</i>	5 mV/s	50 mV/s	100 mV/s
Densitas energi (Joule/gram)	9,9	1,4382	0,7858

Tabel 4.10 Hasil densitas energi pada komposit rGO-ZnO (2:1)

rGO-ZnO (2:1)			
<i>Scan rate</i>	5 mV/s	50 mV/s	100 mV/s
Densitas energi (Joule/gram)	9,832	1,561	0,7793

Pada hasil perhitungan densitas energi, yang dilakukan dengan menggunakan persamaan 3, diperoleh bahwa besar penggunaan komposit rGO/ZnO juga mengalami penurunan jika dibandingkan dengan besar dari rGO sendiri. Hal ini serupa dengan kasus dalam mendapatkan nilai kapasitansi. Hal ini diakibatkan dalam pembuatan komposit ini, material yang digunakan tidak dapat bercampur secara baik, hal ini dibuktikan dengan melalui uji SEM, dimana dalam uji tersebut, material ZnO masih terdapat dalam permukaan lapisan grafena. Sedangkan yang diharapkan, material ZnO ini dapat tersisip dalam grafena. Sehingga dengan tersisip nya material ZnO dalam rGO ini diharapkan material ZnO dapat mengganggu dari struktur material rGO, sehingga nilai kapasitansi yang dihasilkan akan meningkat. Dengan semakin besar densitas energi yang dihasilkan maka kemampuan dari superkapasitor ini juga semakin baik juga, namun untuk lebih meyakinkan tentang kemampuan

superkapasitor ini maka perlu diuji tentang besar lamanya waktu dari penggunaan superkapasitor ini, sehingga ketika kita tahu tentang waktu hidup dari superkapasitor ini maka kita akan semakin mudah mengukur kemampuannya. Ilustrasi besar kapasitansi dan densitas energi dengan penggunaan komposisi material komposit dapat dilihat dalam grafik berikut ini



Gambar 4.17 Grafik persentase kandungan rGO-ZnO dalam menghasilkan densitas energi dan kapasitansi

Dalam grafik tersebut dapat diamati dengan adanya pencampuran komposisi komposit yang dibuat dimana, memang terlihat penggunaan campuran komposit ini masih memiliki nilai yang kecil dibandingkan hasil dari material rGO. Hal ini telah dijelaskan sebelumnya jika dalam pembuatan komposit, hasil dari komposit tersebut, material ZnO yang digunakan belum sepenuh

nya menyisip dalam struktur rGO nya. Hal ini menjadi saran penelitian kedepannya jika ingin menghasilkan komposit yang baik maka perlu diperhatikan penggunaan waktu nya untuk membuat komposit. Dan juga cara untuk pembuatan komposit juga perlu diperhatikan.

BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan hasil penelitian :

1. Dari hasil pembuatan grafena oksida tereduksi berbahan dasar tempurung kelapa, didapatkan bahan tersebut memiliki fasa grafena oksida tereduksi (rGO).
2. Dari pencampuran komposit yang telah dilakukan, kapasitansi tertinggi yang diperoleh pada komposit yakni dengan perbandingan (1:2), hal ini menunjukkan dengan adanya peningkatan penggunaan ZnO diperoleh kapasitansi yang semakin tinggi.

5.2 Saran

Setelah penelitian dilakukan, terdapat saran yang dapat dilaksanakan untuk kedepannya, yakni :

1. Tentang penggunaan metode pencampuran dapat dilakukan dengan metode yang lain, atau dengan memvariasikan cara yang ada dengan variasi yang baru, agar mendapatkan hasil yang maksimal.
2. Untuk menghasilkan lapisan rGO yang tipis maka perlu dilakukan ultrasonik dengan waktu yang cukup lama.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- Ariyanto, Teguh, Imam Prasetyo, dan Rochmadi Rochmadi. 2012. **Pengaruh Struktur Pori Terhadap Kapasitansi Elektroda Superkapasitor Yang Dibuat Dari Karbon Nanopori**. REAKTOR 14 (1): 25–32.
- Feng, H. dkk. 2013. **A Low-Temperature Method to Produce Highly Reduced Grafena oksida**. China : Jurnal Nature Communications DOI : 10.1038/ ncomms 2555
- Kotz, R. and M. Carlen (2000). **Principles and applications of electrochemical capacitors**. Electrochimica Acta 45(15- 16): 2483-2498.
- Miller, J.R. and Simon, P. (2008). ***Supercapacitors: Fundamentals of Electrochemical Capacitor Design and Operation, The Electrochemical Society Interface***.
- Nasrullah, M. 2014. **Analisis Fasa dan Lebar Celah Pita Energi Karbon Pada Hasil Pemanasan Tempurung Kelapa**. Surabaya : Laporan Tugas Akhir Fisika FMIPA-ITS.
- Rasyidah, N. 2014. **Sintesis Nanopartikel ZnO dengan Metode Kopresipitasi**. Surabaya : Laporan Tugas Akhir Fisika FMIPA-ITS.
- Riski, M. 2014. **Pengaruh Massa Zn Dan Temperatur Hydrothermal Terhadap Struktur Dan Sifat Elektrik Material Graphene**. JURNAL TEKNIK POMITS Vol. 3, No. 2, (2014) ISSN: 2337-3539 (2301-9271 Print)
- Suhendi, Endi. 2011. **Grafena dan Aplikasinya pada Divais Elektronika**. Batan : Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Nuklir PTNBR.
- S. M. Choi, Wonbong, Lee, Jo-won. **Synthesis and characterization of grafena-supported metal nanoparticles by impregnation method with heat**

treatment in H₂ atmosphere. Synthetic Metals (2011)
161: 2405-2411.

Fatma, Wetya. 2015. **Pembuatan dan karakterisasi komposit karbon ZnO nanostruktur menggunakan metode *dip-coating*.** JOM FMIPA Volume 2 No. 1 Februari 2015 174

LAMPIRAN A

Proses Pembuatan Grafena Oksida Tereduksi

- A. Tempurung kelapa yang sudah dibersihkan dan dikeringkan



- B. Pembakaran tempurung kelapa



C. Hasil pembakaran tempurung kelapa



D. Proses kalsinasi grafena oksida pada suhu 400°C selama 5 jam



E. Hasil serbuk grafena oksida tereduksi (rGO)

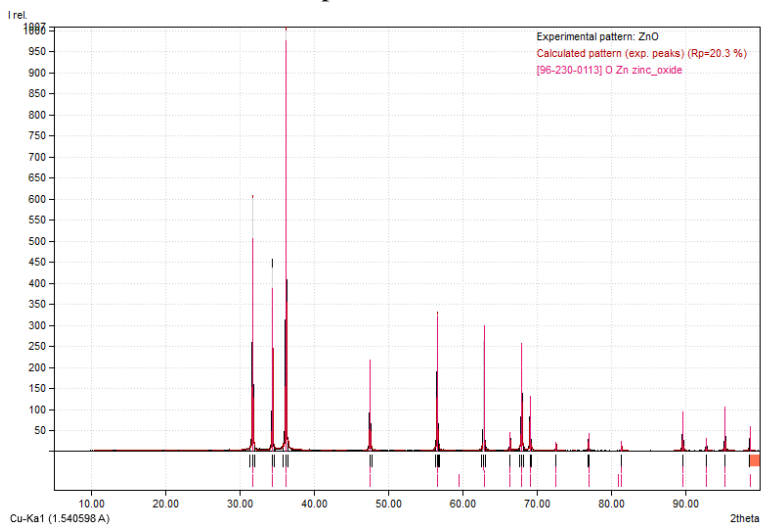


“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN B

Hasil karakterisasi XRD dengan *software match*

A. Hasil identifikasi fasa pada material ZnO

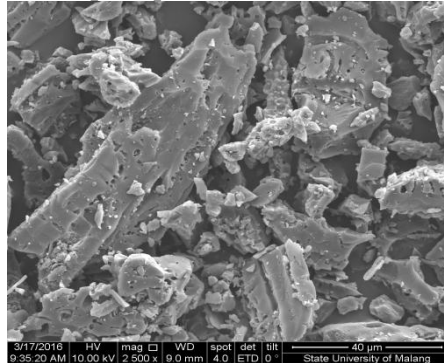


“Halaman ini sengaja dikosongkan”

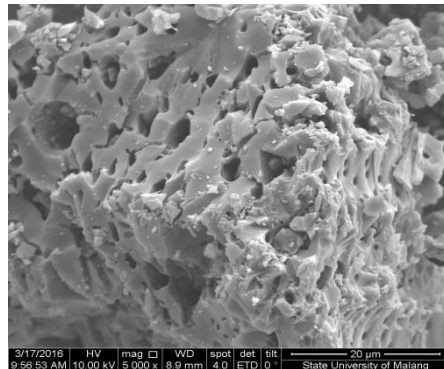
LAMPIRAN C

Hasil karakterisasi SEM

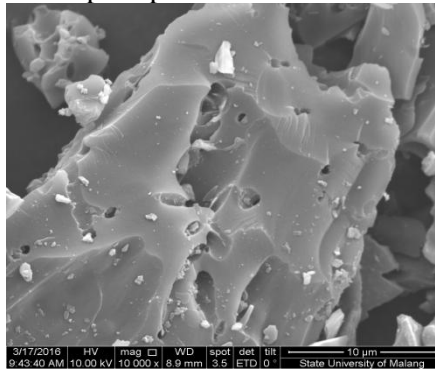
A. Hasil SEM rGO pada perbesaran 2.500x



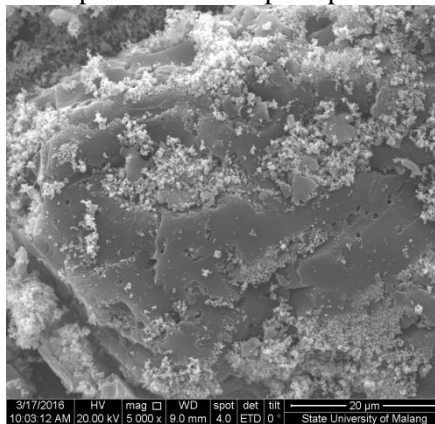
B. Hasil SEM rGO pada perbesaran 5.000 x



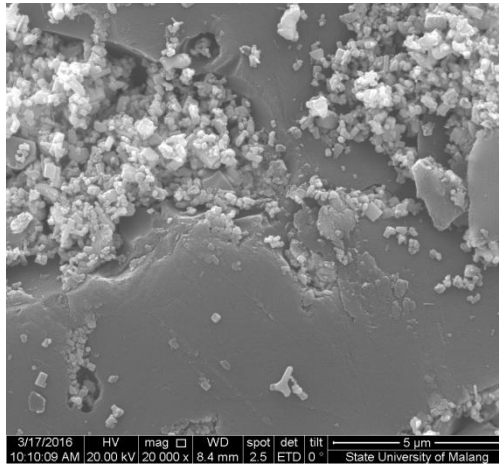
C. Hasil SEM rGO pada perbesaran 10.000x



D. Hasil SEM komposit rGO/ZnO pada perbesaran 5.000x



E. Hasil SEM komposit rGO/ZnO pada perbesaran 20.000x



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap arie fauzi kurniawan, biasa dipanggil dengan arie. Penulis memiliki riwayat pendidikan yakni bersekolah dasar di SDI darut taqwa Surabaya, selanjutnya dilanjutkan pendidikan pada sekolah menengah pertama di SMP Negeri 2 Surabaya. Setelah 3 tahun menempuh sekolah menengah pertama, dilanjutkan di sekolah menengah atas SMA Muhammadiyah 2 Surabaya. Penulis memiliki mimpi untuk berkuliah di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya (ITS). Dan alhamdulillah penulis dapat melanjutkan pendidikan tinggi di kampus ITS Surabaya. Selama kuliah di ITS penulis aktif dalam kegiatan organisasi yang ada dalam kampus ITS, diantaranya pada tahun pertama aktif dalam kegiatan himpunan mahasiswa fisika (Himasika), BEM FMIPA, dan BEM ITS. Pada tahun kedua aktif sebagai staff departemen dalam negeri (Dagri) BEM FMIPA dan menjadi staff pengembangan sumber daya mahasiswa fisika (PSDM). Pada tahun ketiga diamanahi sebagai kepala departemen PSDM. Dan pada pertengahan tahun ketiga sampai tahun ke empat, penulis mulai menentukan dan menyelesaikan tugas akhir sebagai syarat kelulusan di kampus ITS. Dan alhamdulillah laporan tugas akhir dapat terselasaikan dengan baik. Jika penulis ada salah kata dalam pengerjaan laporan mohon dimaafkan, dan jika ada Kritik dan saran dapat dikirim melalui email: Fauziarie@rocketmail.com

“Halaman ini sengaja dikosongkan”